



**PATENT APPLICATION**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re the Application of

Kenji KATOH et al.

Application No.: 10/644,869

Filed: August 21, 2003

Docket No.: 116911

For: METHOD OF PURIFYING EXHAUST GAS OF AN INTERNAL COMBUSTION  
ENGINE

**CLAIM FOR PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2002-245668 filed August 26, 2002

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

☒ is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

James A. Oliff  
Registration No. 27,075

Thomas J. Pardini  
Registration No. 30,411

JAO:TJP/tmw

Date: November 21, 2003

**OLIFF & BERRIDGE, PLC**  
**P.O. Box 19928**  
**Alexandria, Virginia 22320**  
**Telephone: (703) 836-6400**

<p><b>DEPOSIT ACCOUNT USE AUTHORIZATION</b> Please grant any extension necessary for entry; Charge any fee due to our Deposit Account No. 15-0461</p>
---

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 8月26日  
Date of Application:

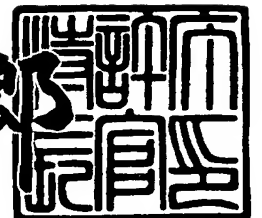
出願番号 特願2002-245668  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2002-245668]

出願人 トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

2003年 7月10日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3056064

【書類名】 特許願

【整理番号】 1023683

【提出日】 平成14年 8月26日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 F02M 25/00  
B01D 53/50  
F01N 3/02  
F01N 3/08

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化方法

【請求項の数】 11

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 加藤 健治

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 辻 慎二

【発明者】  
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
【氏名】 垣花 大

【特許出願人】  
【識別番号】 000003207  
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100077517  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 石田 敬  
【電話番号】 03-5470-1900

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100102819

【弁理士】

【氏名又は名称】 島田 哲郎

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0211566

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 流入する排気の空燃比がリーン有的时候きに排気中の $\text{NO}_x$ を吸着、吸収またはその両方にて選択的に吸蔵保持し、流入する排気の空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比となったときに、吸蔵した $\text{NO}_x$ を排気中の還元成分を用いて還元浄化する $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒を内燃機関の排気通路に配置し、

前記機関をリーン空燃比で運転したときの機関排気中の $\text{NO}_x$ を前記触媒に吸蔵させ、前記機関を理論空燃比またはリッチ空燃比で運転したときの前記機関排気中の還元成分により前記触媒に吸蔵した $\text{NO}_x$ を還元浄化する、内燃機関の排気浄化方法であって、

燃焼時に $\text{SO}_x$ と反応して固体硫酸塩を形成する硫黄固形化剤を前記機関に供給して、排気中の $\text{SO}_x$ を固化することにより排気中の $\text{SO}_x$ が前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に吸蔵されることを防止するとともに、前記硫黄固形化剤の機関への供給量を、前記触媒の雰囲気条件に応じて制御する、内燃機関の排気浄化方法。

【請求項2】 前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の雰囲気条件が、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒への $\text{SO}_x$ の吸蔵を抑制する雰囲気条件である場合には、前記硫黄固形化剤の前記機関への供給量を減量、もしくは供給を停止する、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化方法。

【請求項3】 前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の雰囲気条件が、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に吸蔵された $\text{SO}_x$ の $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒からの脱離を促進する雰囲気条件である場合には、前記硫黄固形化剤の前記機関への供給量を減量、もしくは供給を停止する、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化方法。

【請求項4】 流入する排気の空燃比がリーン有的时候きに排気中の $\text{NO}_x$ を吸着、吸収またはその両方にて選択的に吸蔵保持し、流入する排気の空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比となったときに、吸蔵した $\text{NO}_x$ を排気中の還元成分を用いて還元浄化する $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒を内燃機関の排気通路に配置し、

前記機関をリーン空燃比で運転したときの機関排気中の $\text{NO}_x$ を前記触媒に吸蔵させ、前記機関を理論空燃比またはリッチ空燃比で運転したときの前記機関排

気中の還元成分により前記触媒に吸蔵した $\text{NO}_x$ を還元浄化する、内燃機関の排気浄化方法であって、

燃焼時に $\text{SO}_x$ と反応して固体硫酸塩を形成する硫黄固形化剤を前記機関に供給して、排気中の $\text{SO}_x$ を固化することにより排気中の $\text{SO}_x$ が前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に吸蔵されることを防止するとともに、前記硫黄固形化剤の機関への供給量を、前記機関の運転条件に応じて制御する、内燃機関の排気浄化方法。

【請求項 5】 前記内燃機関が、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒への $\text{SO}_x$ の吸蔵を抑制する運転条件で運転されている場合には、前記硫黄固形化剤の前記機関への供給量を減量、もしくは供給を停止する、請求項 4 に記載の内燃機関の排気浄化方法。

【請求項 6】 前記内燃機関が、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に吸蔵された $\text{SO}_x$ の $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒からの脱離を促進する運転条件で運転されている場合には、前記硫黄固形化剤の前記機関への供給量を減量、もしくは供給を停止する、請求項 4 に記載の内燃機関の排気浄化方法。

【請求項 7】 前記内燃機関が、前記硫黄固形化剤による機関内のデポジット生成を促進する運転条件で運転されている場合には、前記硫黄固形化剤の前記機関への供給量を減量、もしくは供給を停止する、請求項 4 に記載の内燃機関の排気浄化方法。

【請求項 8】 前記内燃機関が、前記硫黄固形化剤の添加によりノック発生が促進される運転条件で運転されている場合には、前記硫黄固形化剤の前記機関への供給量を減量、もしくは供給を停止する、請求項 4 に記載の内燃機関の排気浄化方法。

【請求項 9】 前記内燃機関にノックが発生した場合には、前記硫黄固形化剤の前記機関への供給量を減量、もしくは供給を停止する、請求項 4 に記載の内燃機関の排気浄化方法。

【請求項 10】 流入する排気の空燃比がリーンのとときに排気中の $\text{NO}_x$ を吸着、吸収またはその両方にて選択的に吸蔵保持し、流入する排気の空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比となったときに、吸蔵した $\text{NO}_x$ を排気中の還元成分を用いて還元浄化する $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒を内燃機関の排気通路に配置し、

前記機関をリーン空燃比で運転したときの機関排気中の $\text{NO}_x$ を前記触媒に吸蔵させ、前記機関を理論空燃比またはリッチ空燃比で運転したときの前記機関排気中の還元成分により前記触媒に吸蔵した $\text{NO}_x$ を還元浄化する、内燃機関の排気浄化方法であって、

燃焼時に $\text{SO}_x$ と反応して固体硫酸塩を形成する硫黄固形化剤を前記機関に供給して、排気中の $\text{SO}_x$ を固化することにより排気中の $\text{SO}_x$ が前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に吸蔵されることを防止するとともに、前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力に応じて前記硫黄固形化剤の機関への供給量を制御する、内燃機関の排気浄化方法。

【請求項 11】 前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力が所定値より低下した場合には、前記硫黄固形化剤の前記機関への供給量を増量、もしくは供給を開始する、請求項 10 に記載の内燃機関の排気浄化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の排気浄化方法に関し、詳細には $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒を用い排気浄化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、内燃機関の排気通路に、流入する排気空燃比がリーンのときに排気中の $\text{NO}_x$ を吸着、吸収またはその両方にて選択的に吸蔵保持し、流入する排気空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比となったときに、吸蔵した $\text{NO}_x$ を排気中の還元成分を用いて還元浄化する $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒を配置し、機関がリーン空燃比運転されているときのリーン空燃比の排気中の $\text{NO}_x$ を $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に吸蔵させることにより排気から除去し、機関が理論空燃比またはリッチ空燃比で運転されるとき機関排気中の還元成分により $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に吸蔵した $\text{NO}_x$ を還元浄化する内燃機関の排気浄化方法が知られている。

【0003】

$\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒を用いた排気浄化方法では、燃料中の硫黄による $\text{NO}_x$ 吸

蔵還元触媒の $\text{NO}_X$ 浄化能力の低下、すなわち硫黄被毒が問題になる場合がある。ガソリン、軽油などの燃料はわずかに硫黄を含有しているため燃焼後の排気中には微量の $\text{SO}_X$  ( $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$ 等の硫黄酸化物)が含まれている。排気中の $\text{SO}_X$ は、 $\text{NO}_X$ と同様なメカニズムで $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒に吸蔵され、しかも一旦吸蔵されてしまうと、 $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒に吸蔵された $\text{NO}_X$ が還元浄化される温度条件では $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒から脱離しない。

#### 【0004】

このため、 $\text{SO}_X$ を含む排気中で使用すると $\text{NO}_X$ の吸蔵、還元浄化を繰り返すに連れて $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒に吸蔵された $\text{SO}_X$ 量は徐々に増大してしまい、吸蔵した $\text{SO}_X$ 分だけ吸蔵できる $\text{NO}_X$ の量が低下する。これにより、 $\text{SO}_X$ により $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_X$ 吸蔵能力、すなわち $\text{NO}_X$ 浄化能力が低下する、いわゆる硫黄被毒（またはS被毒）が生じるのである。

#### 【0005】

$\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒に硫黄被毒が生じると、 $\text{NO}_X$ 浄化能力を回復させるためには通常の $\text{NO}_X$ の還元浄化を行う場合よりもかなり高い温度まで触媒温度を上昇させたりリッチ空燃比運転を行う必要がある。このため、機関排気温度が低い低速低負荷領域での運転が長時間続くような場合には $\text{SO}_X$ 被毒解消のために排気温度をかなり上昇させる必要があり、 $\text{SO}_X$ 被毒を十分に解消できない問題や、 $\text{SO}_X$ 被毒解消のために燃料消費が増大するなどの問題が生じる。

#### 【0006】

この問題を解決するために、排気中の $\text{SO}_X$ が $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒に吸蔵されることを抑制することにより、 $\text{SO}_X$ 被毒の発生を防止する方法が考案されている。

例えば、特許文献1は、燃料に添加剤を混入することにより排気中の $\text{SO}_2$ や $\text{SO}_3$ などのガス成分を固体硫酸塩に転換して、 $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒への吸蔵を抑制する方法を開示している。

#### 【0007】

特許文献1の方法では、燃料中にバリウムなどの金属化合物を含む添加剤を添加して機関の燃焼室に供給して燃焼させることにより、燃料中の硫黄と反応させ



、固体粒子の形の硫酸塩（例えば硫酸バリウム  $BaSO_4$ ）を形成している。

上記により形成される硫酸塩は固体粒子であるため、気体の硫黄酸化物とは異なり  $NO_X$  吸蔵還元触媒には吸蔵されることがない。従って、長時間使用しても  $NO_X$  吸蔵還元触媒の  $SO_X$  吸蔵量が増大せず、 $NO_X$  吸蔵還元触媒の  $NO_X$  浄化能力の低下（硫黄被毒）が生じない。

#### 【0008】

##### 【特許文献1】

特許第 3 1 5 4 1 0 5 号公報

#### 【0009】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところが、特許文献1のように燃焼時に硫黄と反応して固体硫酸塩を形成する添加剤を燃料に添加して排気中の  $SO_X$  を低減する方法は問題を生じる場合がある。

#### 【0010】

例えば、特許文献1の方法は添加剤を燃料に添加するものであるため、もともと添加剤を混合済の燃料か、或いは燃料とは別に添加剤を補給して、機関供給前に添加剤を燃料に添加する必要がある。添加剤を添加した燃料を補給する場合はともかく、燃料と別に添加剤を補給する場合には、添加剤の消費量を最小に抑えてできるだけ添加剤の補給間隔を長くすることが好ましい。しかし、特許文献1の方法では、添加剤の消費量を抑制することは考慮されていない。

#### 【0011】

また、添加剤により形成された固体硫酸塩は微細な粒子であるため、 $NO_X$  吸蔵還元触媒に捕捉されることなく触媒を通過してしまい大気に放出される。このため、真に必要な場合以外に添加剤を使用すると機関から排出されるパーティキュレートの総量が増大してしまう問題がある。

#### 【0012】

これらの問題は添加剤混入済みの燃料を用いる場合にも、燃料と添加剤を個別に供給する場合にも生じる。

#### 【0013】

更に、燃料中に金属化合物などの添加剤を混入すると、後述するように燃料オクタン価の低下によるノックの発生や、機関燃焼室や排気弁へのデポジットの堆積が増大するなどの問題が生じることも判明している。

#### 【0014】

従って、特許文献1のように硫黄と反応して排気中に固体硫酸塩を形成する金属化合物などの添加剤を燃料に添加する場合には、上記の問題を解決する必要があるが、特許文献1はこれらの問題について全く考慮していない。

#### 【0015】

本発明は、上記従来技術の問題に鑑み、硫黄と反応して排気中に固体硫酸塩を形成する金属化合物など（以下、「硫黄固形化剤」と称する）を機関に供給して $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の硫黄被毒を抑制する場合に、硫黄固形化剤の消費量を低減するとともに、パティキュレートを増大やノックの発生、デポジットの生成などを抑制することが可能な内燃機関の排気浄化方法を提供することを目的としている。

#### 【0016】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明によれば、流入する排気の空燃比がリーンなときに排気中の $\text{NO}_x$ を吸着、吸収またはその両方にて選択的に吸蔵保持し、流入する排気空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比となったときに、吸蔵した $\text{NO}_x$ を排気中の還元成分を用いて還元浄化する $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒を内燃機関の排気通路に配置し、前記機関をリーン空燃比で運転したときの機関排気中の $\text{NO}_x$ を前記触媒に吸蔵させ、前記機関を理論空燃比またはリッチ空燃比で運転したときの機関排気中の還元成分により前記触媒に吸蔵した $\text{NO}_x$ を還元浄化する、内燃機関の排気浄化方法であって、燃焼時に $\text{SO}_x$ と反応して固体硫酸塩を形成する硫黄固形化剤を前記機関に供給して、排気中の $\text{SO}_x$ を固化することにより排気中の $\text{SO}_x$ が前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に吸蔵されることを防止するとともに、前記硫黄固形化剤の機関への供給量を、前記触媒の雰囲気条件に応じて制御する、内燃機関の排気浄化方法が提供される。

#### 【0017】

すなわち、請求項1の発明では、硫黄固化剤を機関に供給する際に、その供給量を $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の雰囲気条件に応じて制御する。これにより、触媒の雰囲気条件が硫黄被毒が生じない条件のときには硫黄固化剤の機関への供給量を低減または供給を停止することができるため、硫黄固化剤の消費量を低減するとともに、パティキュレート増大などの問題を抑制することが可能となる。

#### 【0018】

請求項2に記載の発明によれば、前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の雰囲気条件が、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒への $\text{SO}_x$ の吸蔵を抑制する雰囲気条件である場合には、前記硫黄固化剤の前記機関への供給量を減量、もしくは供給を停止する、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化方法が提供される。

#### 【0019】

すなわち、請求項2の発明では $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の雰囲気条件が触媒への $\text{SO}_x$ の吸蔵を抑制するような条件である場合、すなわち、例えば $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に流入する排気がリッチ空燃比であるような場合には、硫黄固化剤の機関への供給量を減量、または供給を停止する。これにより、硫黄被毒が生じる可能性のない場合まで機関に無駄に硫黄固化剤を供給することが防止され、硫黄固化剤消費量とパティキュレート発生量とを低減することが可能となる。

#### 【0020】

請求項3に記載の発明によれば、前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の雰囲気条件が、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に吸蔵された $\text{SO}_x$ の $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒からの脱離を促進する雰囲気条件である場合には、前記硫黄固化剤の前記機関への供給量を減量、もしくは供給を停止する、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化方法が提供される。

#### 【0021】

すなわち、請求項3の発明では $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の雰囲気条件が触媒からの $\text{SO}_x$ の脱離を促進するような条件である場合、例えば硫黄被毒の解消操作実行中や、或いは $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に流入する排気温度が高い場合などには、硫黄固化剤の機関への供給量を減量、または供給を停止する。これにより、硫黄被毒が生じる可能性のない場合まで機関に無駄に硫黄固化剤を供給することが防

止され、硫黄固形化剤消費量とパティキュレート発生量とを低減することが可能となる。

#### 【0022】

請求項4に記載の発明によれば、流入する排気の空燃比がリーンの際に排気中の $\text{NO}_x$ を吸着、吸収またはその両方にて選択的に吸蔵保持し、流入する排気中の空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比となったときに、吸蔵した $\text{NO}_x$ を排気中の還元成分を用いて還元浄化する $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒を内燃機関の排気通路に配置し、前記機関をリーン空燃比で運転したときの機関排気中の $\text{NO}_x$ を前記触媒に吸蔵させ、前記機関を理論空燃比またはリッチ空燃比で運転したときの前記機関排気中の還元成分により前記触媒に吸蔵した $\text{NO}_x$ を還元浄化する、内燃機関の排気浄化方法であって、燃焼時に $\text{SO}_x$ と反応して固体硫酸塩を形成する硫黄固形化剤を前記機関に供給して、排気中の $\text{SO}_x$ を固化することにより排気中の $\text{SO}_x$ が前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に吸蔵されることを防止するとともに、前記硫黄固形化剤の機関への供給量を、前記機関の運転条件に応じて制御する、内燃機関の排気浄化方法が提供される。

#### 【0023】

すなわち、請求項4の発明では、硫黄固形化剤を機関に供給する際に、その供給量を機関の運転条件に応じて制御する。これにより、機関がリッチ空燃比で運転されている場合や、排気温度が高い時などのように $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に $\text{SO}_x$ が吸蔵されることがない場合には硫黄固形化剤の機関への供給量を低減または供給を停止することができるため、硫黄固形化剤の消費量を低減するとともに、パティキュレートの増大などの問題を抑制することが可能となると共に、機関がデポジットの増大やノックが生じやすい運転条件で運転されているような場合には硫黄固形化剤の供給を低減することも可能となり、デポジットやノックの発生を抑制することが可能となる。

#### 【0024】

請求項5に記載の発明によれば、前記内燃機関が、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒への $\text{SO}_x$ の吸蔵を抑制する運転条件で運転されている場合には、前記硫黄固形化剤の前記機関への供給量を減量、もしくは供給を停止する、請求項4に記載の内燃機

関の排気浄化方法が提供される。

【0025】

すなわち、請求項5の発明では機関が、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒への $\text{SO}_x$ の吸蔵を抑制する運転条件で運転されている場合、すなわち、例えば機関がリッチ空燃比で運転されているような場合には、機関への硫黄固形化剤の供給量の低減または供給の停止を行う。

【0026】

請求項6に記載の発明によれば、前記内燃機関が、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に吸蔵された $\text{SO}_x$ の $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒からの脱離を促進する運転条件で運転されている場合には、前記硫黄固形化剤の前記機関への供給量を減量、もしくは供給を停止する、請求項4に記載の内燃機関の排気浄化方法が提供される。

【0027】

すなわち、請求項6の発明では、機関が $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒からの $\text{NO}_x$ の脱離を促進するように運転条件で運転されている場合、すなわち、例えば機関が高負荷運転されており、排気温度が高くなっているような場合には、機関への硫黄固形化剤の供給量の低減または供給の停止を行う。

【0028】

請求項7に記載の発明によれば、前記内燃機関が、前記硫黄固形化剤による機関内のデポジット生成を促進する運転条件で運転されている場合には、前記硫黄固形化剤の前記機関への供給量を減量、もしくは供給を停止する、請求項4に記載の内燃機関の排気浄化方法が提供される。

【0029】

すなわち、請求項7の発明では機関が、硫黄固形化剤によるデポジットの生成が促進されるような運転条件、すなわち、例えば機関温度が低いコールドスタート時、低速軽負荷運転などには、機関への硫黄固形化剤の供給量の低減または供給の停止を行う。これにより、機関へのデポジット堆積が抑制される。

【0030】

請求項8に記載の発明によれば、前記内燃機関が、前記硫黄固形化剤の添加によりノック発生が促進される運転条件で運転されている場合には、前記硫黄固形

化剤の前記機関への供給量を減量、もしくは供給を停止する、請求項4に記載の内燃機関の排気浄化方法が提供される。

#### 【0031】

すなわち、請求項7の発明では硫黄固形化剤を添加することによりノックの発生が予想されるような場合、すなわち、例えば高負荷運転時などには、機関への硫黄固形化剤の供給量の低減または供給の停止を行う。これにより、ノックの発生を防止することが可能となる。

#### 【0032】

請求項9に記載の発明によれば、前記内燃機関にノックが発生した場合には、前記硫黄固形化剤の前記機関への供給量を減量、もしくは供給を停止する、請求項4に記載の内燃機関の排気浄化方法が提供される。

#### 【0033】

すなわち、請求項9の発明では、機関運転中に実際にノックが発生した場合には、機関への硫黄固形化剤の供給量の低減または供給の停止を行う。これにより、ノックが実際に発生してしまった場合にもノックを消滅させることが可能となる。

#### 【0034】

請求項10に記載の発明によれば、流入する排気の空燃比がリーンのとときに排気中の $\text{NO}_x$ を吸着、吸収またはその両方にて選択的に吸蔵保持し、流入する排気空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比となったときに、吸蔵した $\text{NO}_x$ を排気中の還元成分を用いて還元浄化する $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒を内燃機関の排気通路に配置し、前記機関をリーン空燃比で運転したときの機関排気中の $\text{NO}_x$ を前記触媒に吸蔵させ、前記機関を理論空燃比またはリッチ空燃比で運転したときの機関排気中の還元成分により前記触媒に吸蔵した $\text{NO}_x$ を還元浄化する、内燃機関の排気浄化方法であって、燃焼時に $\text{SO}_x$ と反応して固体硫酸塩を形成する硫黄固形化剤を前記機関に供給して、排気中の $\text{SO}_x$ を固化することにより排気中の $\text{SO}_x$ が前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に吸蔵されることを防止するとともに、前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力に応じて前記硫黄固形化剤の機関への供給量を制御する、内燃機関の排気浄化方法が提供される。

## 【0035】

すなわち、請求項10の発明では、硫黄固形化剤を機関に供給する際に、その供給量を $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力（浄化能力）に応じて制御する。例えば、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力が大きい場合には、多少の $\text{SO}_x$ を吸蔵しても $\text{NO}_x$ 吸蔵能力は大幅には低下しない。しかし、硫黄被毒、或いは他の劣化原因により $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力が低下しているような場合には、排気中の $\text{SO}_x$ が $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に吸蔵されるとわずかな $\text{SO}_x$ 吸蔵量の増大でも、 $\text{NO}_x$ 吸蔵能力が大幅に低下してしまう場合がある。このため、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力に応じて、機関への硫黄固形化剤の供給量を制御することにより、 $\text{NO}_x$ の浄化効率を高く維持しながら無駄な硫黄固形化剤の消費を抑制することが可能となる。

## 【0036】

請求項11に記載の発明によれば、前記 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力が所定値より低下した場合には、前記硫黄固形化剤の前記機関への供給量を増量、もしくは供給を開始する、請求項10に記載の内燃機関の排気浄化方法が提供される。

## 【0037】

すなわち、請求項11の発明では $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力が所定値より低下したときに、機関への硫黄固形化剤の供給量の増大または供給の開始を行う。これにより、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵還元能力が更に低下して $\text{NO}_x$ 浄化効率が大幅に悪化することが防止されると共に、本来必要のない場合にまで無駄に硫黄固形化剤を消費することを防止できる。

## 【0038】

## 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を用いて本発明の実施形態について説明する。

図1は、本発明の排気浄化方法を自動車用ガソリン機関に適用する場合の装置全体の基本構成概略を示す図である。

## 【0039】

図において、1は機関本体（図には1気筒のみを示す）、1aは気筒燃焼室、

3は吸気通路、3aは吸気弁、5は排気通路、5aは排気弁、7は点火プラグ、9はピストンを、それぞれ示している。また、40は機関燃焼室1aに直接燃料を噴射する燃料噴射弁である。

本実施形態では、機関1は負荷条件に応じて運転空燃比が変更されるが、その運転領域の大部分で理論空燃比よりリーンな空燃比で運転される、いわゆるリーンバーンエンジンとされている。

#### 【0040】

本実施形態では、排気通路5の機関1に近い位置には公知の三元触媒からなるスタートキャタリスト5bが配置され、その下流側には $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20が配置されている。

$\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒は、機関1の排気空燃比がリーンのときに排気中の $\text{NO}_x$ を選択的に吸収または吸着して保持（吸蔵）することによりリーン空燃比の排気から $\text{NO}_x$ を除去し、機関1の排気空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比になったときに、排気中に含まれる炭化水素や $\text{CO}$ などの還元成分を用いて吸蔵した $\text{NO}_x$ を $\text{N}_2$ に還元、浄化して放出する。

#### 【0041】

リーン空燃比運転中、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20に吸蔵した $\text{NO}_x$ の量が増大すると、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力は吸蔵した $\text{NO}_x$ の量に応じて低下する。 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20の排気中の $\text{NO}_x$ の除去効率（浄化率）は $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の吸蔵能力とともに低下するため、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20の排気浄化率は触媒20に吸蔵した $\text{NO}_x$ 量が増大するにつれて低下する。そして、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒が吸蔵可能な最大量の $\text{NO}_x$ を吸蔵した状態（飽和状態）では、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20は排気中の $\text{NO}_x$ を全く吸蔵することができなくなり $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20の $\text{NO}_x$ 浄化率はゼロになる。

#### 【0042】

$\text{NO}_x$ 除去効率低下を防止するために、本実施形態では $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20の $\text{NO}_x$ 吸蔵量がある程度まで増大したとき（或いは、 $\text{NO}_x$ の浄化率がある程度まで低下したとき）にはリーン空燃比運転中の機関1を短時間リッチ空燃比で運転するリッチスパイク操作を行う。



## 【0043】

リッチスパイクを行うことにより、一時的に機関1の排気空燃比はリッチ空燃比になり、酸素濃度が低下するとともに排気中の未燃炭化水素や $\text{CO}_2$ 、還元成分である $\text{CO}$ 等の量が増大する。これらの成分は $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20に吸蔵された $\text{NO}_x$ と反応し、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に吸蔵された $\text{NO}_x$ が $\text{N}_2$ に還元浄化され、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20から脱離する。

この、リッチスパイク操作により $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20に吸蔵された $\text{NO}_x$ の量が減少するため、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒は $\text{NO}_x$ 吸蔵能力を回復するようになる。

## 【0044】

ところが、ガソリンには微量の硫黄分が含まれているため機関1の排気には硫黄の燃焼により生じた $\text{SO}_x$  ( $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$ 等の硫黄酸化物)が含まれている。

$\text{SO}_x$ は $\text{NO}_x$ と同じように吸着または吸収により $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に吸蔵される。しかも、一旦吸蔵された $\text{SO}_x$ は $\text{NO}_x$ の還元浄化のためのリッチスパイク操作では $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒から脱離しない。

## 【0045】

このため、リーン空燃比運転中適切な間隔でリッチスパイク操作を行っても $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{SO}_x$ 吸蔵量は増大を続けることになる。 $\text{SO}_x$ の吸蔵量が増大した場合も $\text{NO}_x$ 吸蔵量と同様に $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力は低下し、 $\text{NO}_x$ 浄化能力もそれに応じて低下する。この、 $\text{SO}_x$ 吸蔵量の増大による $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 浄化率の低下を本明細書では「硫黄被毒」と呼んでいる。

## 【0046】

$\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に吸蔵された $\text{SO}_x$ は高温かつリッチな排気を $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒に供給することにより脱離させることができる。しかし、硫黄被毒を解消するためには、通常の運転時より排気温度をかなり上昇させたリッチ空燃比運転をある程度の時間行う必要があるため、機関の発生トルクの変動や燃料消費の増大を生じる問題や、運転中に十分に硫黄被毒を解消できない場合が生じる。

このため、一旦生じてしまった硫黄被毒を解消させることよりも、排気中の  $\text{SO}_x$  を低減して  $\text{NO}_x$  吸蔵還元触媒の硫黄被毒を抑制する方が实际的である。

#### 【0047】

そこで、本実施形態では硫黄固形化剤を機関に供給して燃料とともに燃焼させることにより、排気中の  $\text{SO}_x$  量を低減するようにしている。

本実施形態で使用する硫黄固形化剤は、例えばカリウム (K)、バリウム (Ba)、カルシウム (Ca)、鉄 (Fe)、セリウム (Ce) などの金属を含む化合物であり、溶剤または液体燃料に溶解した液体として機関燃焼室に供給される。硫黄固形化剤は、燃焼時に選択的に燃料中の硫黄分と反応して排気中に固体の金属硫酸塩を生成する。これらの金属の硫酸塩は通常の排気温度では固体粒子となるため、 $\text{NO}_x$  吸蔵還元触媒に流入しても触媒には吸蔵されず、そのまま触媒を通過する。一方、硫酸塩が生成された分だけ排気中のガス状の  $\text{SO}_x$  ( $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$  等) の量は低減するため、硫黄固形化剤を機関に供給することにより、 $\text{NO}_x$  吸蔵還元触媒の硫黄固被毒を予防することが可能となる。

#### 【0048】

しかし、硫黄固形化剤を機関に供給するためには、硫黄固形化剤を添加した燃料を機関の燃料タンクに補給するか、或いは燃料とは別に硫黄固形化剤を機関に供給する装置を設ける必要がある。いずれの場合にも、機関の運転コストを低減するためにはできるだけ硫黄固形化剤の消費量を少なくすることが好ましい。

#### 【0049】

また、硫黄固形化剤は固体粒子 (硫酸塩) を形成するが、この固体粒子は触媒では捕捉されずに触媒下流側に排出される。このため、硫黄固形化剤を使用すると大気に放出されるパティキュレートがわずかながら増大することになり好ましくない。従って、パティキュレートの増大防止の点からも硫黄固形化剤の使用量は可能な限り低減することが好ましい。

#### 【0050】

更に、硫黄固形化剤を燃料とともに燃焼室で燃焼すると、後述するように排気弁などに堆積するデポジット量が増大したりノックを生じる場合がある。

#### 【0051】

このため、硫黄固形化剤を使用する際はこれらの問題を考慮して使用の有無及び添加量を定めることが好ましい。このように、種々の条件に応じて硫黄固形化剤の使用、不使用を切り換えたり、使用量を条件に応じて変えるためには、予め燃料に硫黄固形化剤を混合した燃料を使用するのではなく、燃料とは別の装置で硫黄固形化剤を供給し、その供給量を調整可能とすることが必要となる。

#### 【0052】

上記を考慮して本実施形態では、機関1の燃料とは別に硫黄固形化剤を貯蔵し、燃料噴射弁40から噴射される燃料に硫黄固形化剤を添加することにより機関1に供給している。

#### 【0053】

図1において、45は機関1の燃料タンク、43は高圧燃料ポンプを示す。また、41は各気筒の燃料噴射弁40に接続された共通のコモンレールである。コモンレール41には、高圧燃料ポンプ43により燃料タンク45内の燃料が加圧供給され、コモンレール41から各気筒の燃料噴射弁40に分配供給される。

#### 【0054】

本実施形態では、燃料タンク45、燃料ポンプ43等の燃料系統とは別に硫黄固形化剤の供給系統が設けられている。図1に51で示すのは、硫黄固形化剤を適宜な濃度で溶解した燃料または可燃性溶剤からなる添加剤を貯留する添加剤タンク、53はタンク内の添加剤を高圧に加圧してコモンレール41に注入する添加剤ポンプである。コモンレール41に注入された添加剤は、燃料タンク45から供給される燃料とコモンレール41内で混合し、燃料噴射弁40から燃焼室に噴射される。

#### 【0055】

添加剤ポンプ53は、吐出量制御機構を備え、後述するECU30からの調量信号に応じた流量の添加剤をコモンレール41に供給するものである。後述するように、本実施形態ではNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒20の雰囲気条件や機関の運転状態に応じて添加剤ポンプ53の吐出量を調整することにより、機関1に供給する添加剤の量を制御する。

#### 【0056】

図 1 に 30 で示すのは、機関 1 の電子制御ユニット (ECU) である。本実施形態では ECU 30 は、ROM、RAM、CPU、入出力ポートを双方向性バスで接続した公知のマイクロコンピュータとして構成される。ECU 30 は、燃料ポンプ 43 の吐出量を制御してコモンレール 41 内の燃料圧力を運転条件に応じて変化させる噴射圧制御、燃料噴射弁 40 の開弁時期、期間を制御して燃料噴射量、時期を制御する燃料噴射制御などの基本制御を行っているほか、本実施形態では条件に応じて添加剤ポンプ 53 の吐出量を制御することにより、機関 1 への添加剤供給量を制御する後述の添加剤供給制御を行っている。

#### 【0057】

上述のように、本実施形態では硫黄固形化剤は燃料とは別にタンク 51 に貯蔵され機関に供給される。従って、タンク 51 には燃料とは別に硫黄固形化剤を補給する必要がある、補給頻度を低減するためにもできるだけ硫黄固形化剤の消費量を低減する必要がある。このため、機関運転中常に硫黄固形化剤を機関に供給するのではなく、真に必要な場合にのみ硫黄固形化剤を供給することにより、硫黄固形化剤の消費量を低減することが好ましい。

#### 【0058】

また、前述したように硫黄固形化剤の使用には、パティキュレートの排出量増大や、機関へのデポジット堆積、ノックの発生などの問題が伴うため、機関への供給はこれらの問題を考慮して行う必要がある。

以下、上記の問題を考慮した場合の添加剤供給制御方法の実施形態について説明する。

#### 【0059】

##### (1) 第 1 の実施形態

本実施形態では、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒 20 に SO<sub>x</sub> が吸蔵されやすい条件下で硫黄固形化剤を機関に供給する。すなわち、硫黄固形化剤を機関に供給する目的は、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒 20 に SO<sub>x</sub> が吸蔵されることを防止するためであるので、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒 20 に SO<sub>x</sub> が吸蔵されにくい条件では硫黄固形化剤の供給量を減量または供給を停止しても問題は生じない。

#### 【0060】

そこで、本実施形態では $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒 20 の $\text{SO}_X$ 吸蔵が抑制される条件下では硫黄固化剤の供給を停止または減量することにより、硫黄固化剤の消費量を低減するとともに、パティキュレートの生成、デポジット堆積、ノック発生等を抑制している。

#### 【0061】

$\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒の $\text{SO}_X$ 吸蔵を支配する条件の一つとしては触媒雰囲気（排気空燃比）がある。

すなわち、 $\text{SO}_X$ は排気空燃比がリーンであるときは $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒に容易に吸蔵されるが、排気空燃比がリッチに近づくにつれて $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒に吸蔵されにくくなる。

#### 【0062】

そこで、本実施形態では、 $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒 20 の $\text{SO}_X$ 吸蔵が抑制される条件として、触媒雰囲気が理論空燃比またはリーン空燃比になっていること、または機関 1 が触媒雰囲気を理論空燃比またはリーン空燃比にするような条件（燃焼空燃比が理論空燃比またはリーン空燃比）で運転されていることを判断し、これらの条件が成立している場合には機関 1 への硫黄固化剤の供給を停止または減量するようにしている。

#### 【0063】

具体的には、本実施形態では以下の場合に硫黄固化剤の供給を停止または減量する。

1) 走行条件や運転条件の変化により機関が理論空燃比またはリッチ空燃比で運転される場合。

図 2 は、本実施形態における機関 1 の負荷条件と運転空燃比との関係を示す図である。図 2 に示すように、本実施形態では機関 1 は負荷条件に応じて運転空燃比が変更される。すなわち、機関回転数が低速または中速、機関出力トルク（アクセル開度）が小または中である領域では機関はリーン空燃比運転され、回転数、出力トルクが中から高の領域では機関は理論空燃比で運転される。また、回転数、出力トルクが高い領域では機関はリッチ空燃比で運転される。

#### 【0064】

従って、本実施形態では機関の負荷条件が、機関が理論空燃比またはリッチ空燃比で運転される条件になった場合には硫黄固形化剤の供給を停止または減量する。

#### 【0065】

##### 2) リッチスパイク操作時

本実施形態では、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒 20 が吸蔵した  $\text{NO}_x$  を還元浄化するために、リーン空燃比運転中定期的に機関 1 を短時間リッチ空燃比運転するリッチスパイク操作を行う。

前述したように、通常のリッチスパイク操作では  $\text{NO}_x$  吸蔵還元触媒に吸蔵された  $\text{SO}_x$  までは脱離させることはできないが、少なくともリッチスパイク操作実行中は排気空燃比がリッチ空燃比にされるため排気中の  $\text{SO}_x$  が  $\text{NO}_x$  吸蔵還元触媒に吸蔵されることはない。

そこで、本実施形態ではリッチスパイク操作実行中の場合には硫黄固形化剤の供給を停止または減量する。

#### 【0066】

##### 3) 硫黄被毒解消操作実行時

$\text{NO}_x$  吸蔵還元触媒に一旦吸蔵された  $\text{SO}_x$  は、リッチ空燃比下で排気温度を通常より高く維持した状態にある時間保持する硫黄被毒解消操作を実行することにより  $\text{NO}_x$  吸蔵還元触媒から脱離させることができる。硫黄被毒解消操作実行時には、当然ながら  $\text{SO}_x$  は  $\text{NO}_x$  吸蔵還元触媒に吸蔵されない。

そこで、本実施形態では硫黄被毒解消操作実行中の場合には硫黄固形化剤の供給を停止または減量する。

#### 【0067】

##### 4) バンク制御実行時

上述したリッチスパイク操作、硫黄被毒操作時には  $\text{NO}_x$  吸蔵還元触媒に流入する排気空燃比をリッチ空燃比にする必要がある。この場合、通常、機関の全気筒をリッチ空燃比で運転することにより触媒流入排気の空燃比をリッチ空燃比にするが、例えば一部の気筒をリッチ空燃比運転し他の気筒はリーン空燃比運転して各気筒からの排気が混合した後の空燃比がリッチ空燃比になるようにする、い

わゆるバンク制御を行うことによってリッチスパイク操作、硫黄被毒解消操作を実行することもできる。

#### 【0068】

バンク制御を行うと、リッチ空燃比運転した気筒からは未燃HCなどを多量に含んだ排気が排出され、リーン空燃比運転をしている気筒からは酸素を多量に含む排気が排出されるため、触媒に流入する混合後の排気は、全体としてリッチ空燃比になるが多量の未燃HCと酸素とを含んでいる。このため、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒上では未燃HCと酸素とが反応して酸化反応により熱が発生し触媒温度が上昇する。バンク制御は、触媒温度が低いとき、或いは硫黄被毒解消操作のように触媒温度を上昇させる必要があるときに実行しNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒の温度を上昇させるためにも使用することができる。

#### 【0069】

バンク制御実行時は、少なくとも一部の気筒はリッチ空燃比で運転されるため、これらの気筒内の燃焼ではSO<sub>x</sub>などの硫黄酸化物は生成されにくくなる。このため、少なくともこれらのリッチ空燃比運転気筒には硫黄固形化剤を供給する必要はない。また、リッチスパイクや硫黄被毒解消操作実行のためにバンク制御が行われる場合には、触媒に流入する排気空燃比は全体としてリッチになるため、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒のSO<sub>x</sub>吸収が抑制される。このため、この場合には全部の気筒への硫黄固形化剤の供給を停止することができる。

#### 【0070】

図3は、本実施形態の上記添加剤供給制御操作を示すフローチャートである。本操作はECU30により一定時間間隔で実行される。

図3の操作では、まずステップ301でNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒のSO<sub>x</sub>吸蔵抑制条件が成立しているか否かが判定される。ステップ301で判断されるSO<sub>x</sub>吸蔵抑制条件は、上述したように、現在、1) 機関が理論空燃比またはリッチ空燃比運転領域で運転されていること、2) リッチスパイク操作実行中であること、3) 硫黄被毒解消操作実行中であること、4) バンク制御実行中であること、とされ、1) から4) のいずれか1つ以上が成立する場合には、SO<sub>x</sub>吸蔵抑制条件が成立したと判断する。

## 【0071】

ステップ301の条件が成立しない場合には、ステップ303に進み添加剤ポンプ53の吐出量を予め定めた値に設定し、コモンレール41に所定流量の添加剤を注入する。これにより、コモンレール41内で燃料と混合した硫黄固形化剤が燃料噴射弁40から各気筒の燃焼室に噴射される。なお、添加剤の供給量は、燃焼室に噴射される燃料中の硫黄固形化剤濃度が、パティキュレートの生成量が過大にならず、かつ排気中のガス状 $\text{SO}_x$ が低減されるような量に設定するが、燃料の種類、機関の形式等により異なってくるため、予め実験などにより最適な濃度を決定しておくことが望ましい。

## 【0072】

一方ステップ301で $\text{SO}_x$ 吸蔵抑制条件が成立した場合には、ステップ305に進み添加剤供給制限操作を行う。添加剤供給制限操作では、ECU30は添加剤ポンプ53の吐出量をステップ303での吐出量より減量、または吐出を停止する。これにより、硫黄固形化剤の消費量を低減するとともに、パティキュレートやデポジットの生成、ノックの発生などを抑制することができる。

## 【0073】

図4は、本実施形態の変形例を実施するための装置構成を示す図1と同様な図である。図4において、図1と同じ参照符号は図1と同様な要素を示している。

図4の構成は、図1の構成に対して、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20の下流側の排気通路に空燃比センサ31が配置されている点のみが図1の構成と相違している。

空燃比センサ31は排気中の酸素濃度に基づいて排気空燃比を検出するセンサである。

## 【0074】

前述の実施形態では、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の雰囲気がりッチ空燃比になるような機関の運転状態を $\text{SO}_x$ 吸蔵抑制条件（図3、ステップ301）としていた。しかし、実際には機関の排気空燃比がりッチになった場合でも、触媒表面からの酸素放出などのために直ちに触媒雰囲気がりッチになるわけではなく、若干の時間的ずれが生じる。

## 【0075】



そこで、本実施形態では $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒 20 下流側に配置した空燃比センサ 31 で実際に $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒 20 を通過した排気空燃比を検出して $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒 20 の雰囲気条件を直接判断することにより添加剤供給制御をより正確に行っている。

#### 【0076】

すなわち、本操作ではまず空燃比センサ 31 から $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒 20 下流側の排気空燃比を検出し、検出した空燃比がリーン空燃比である場合には図 3 のステップ 303 の添加剤供給を行い、検出した空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比である場合には、ステップ 305 の添加剤供給制限を行う。なお、添加剤供給停止ではなく、供給量の低減を行う場合には例えば空燃比が低いほど（リッチになるほど）添加剤供給量を少なくするようにしても良い。

#### 【0077】

##### (2) 第 2 の実施形態

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。

前述の実施形態では、 $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒の雰囲気条件に応じて硫黄固化剤の機関への供給を制御していたが、本実施形態では $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒から $\text{SO}_X$ が離脱する条件下では硫黄固化剤の機関への供給を停止または供給量の低減を行う。

#### 【0078】

前述したように、 $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒から吸蔵した $\text{SO}_X$ の離脱が行われる状態では、排気中にガス状 $\text{SO}_X$ が含まれていても $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒に排気中の $\text{SO}_X$ が吸蔵されることはない。

そこで、本実施形態では $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒 20 から $\text{SO}_X$ が脱離する条件下では硫黄固化剤の供給を停止または減量することにより、硫黄固化剤の消費量を低減するとともに、パティキュレートの生成、デポジット堆積、ノック発生等を抑制している。

#### 【0079】

前述したように、 $\text{NO}_X$ 吸蔵還元触媒から吸蔵した $\text{SO}_X$ が脱離するのは、触媒温度が高い場合である。

そこで、本実施形態では触媒温度が上昇する以下の機関運転条件を  $\text{SO}_X$  の脱離条件としている。

#### 【0080】

##### 1) 機関の高回転高負荷運転（または、車両の高速走行）継続時

図2で説明したように、本実施形態の機関1は高回転高負荷時には理論空燃比またはリッチ空燃比で運転される。このため、高回転高負荷運転時には機関排気温度が上昇する。従って、機関の高回転高負荷運転（車両の高速運転）がある程度継続した場合には触媒温度は上昇しており、 $\text{SO}_X$  が  $\text{NO}_X$  吸蔵還元触媒に吸蔵されることはない。

そこで、本実施形態では機関の高速高負荷運転（または車両の高速運転）が所定時間以上継続した場合には、硫黄固化剤の供給を停止または減量する。

#### 【0081】

##### 2) 硫黄被毒解消操作実行時

硫黄被毒解消操作実行時には、触媒はリッチ空燃比かつ高温になっており、吸蔵された  $\text{SO}_X$  が  $\text{NO}_X$  吸蔵還元触媒から脱離するため、排気中に  $\text{SO}_X$  が存在しても  $\text{NO}_X$  吸蔵還元触媒に  $\text{SO}_X$  が吸蔵されることはない。

そこで、本実施形態では、 $\text{NO}_X$  吸蔵還元触媒20の硫黄被毒解消操作実行時には硫黄固化剤の供給を停止または減量する。

#### 【0082】

##### 3) バンク制御時

前述したように、機関のバンク制御時には  $\text{NO}_X$  吸蔵還元触媒上でリッチ空燃比気筒から排出される未燃炭化水素が燃焼し、触媒温度が上昇する。従って、この場合も  $\text{NO}_X$  吸蔵還元触媒の温度が上昇し、 $\text{NO}_X$  吸蔵還元触媒に吸蔵された  $\text{SO}_X$  が脱離しやすくなり、 $\text{SO}_X$  の吸蔵が生じにくくなる。

そこで、本実施形態では機関のバンク制御がおこなわれるときには硫黄固化剤の供給を停止または減量する。

#### 【0083】

図5は、上記添加剤供給制御操作を具体的に説明するフローチャートである。

本操作は、ECU30により一定時間間隔で実行される。

図5の操作では、まずステップ501で現在NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒の雰囲気条件がSO<sub>x</sub>の脱離を促進する条件になっているか否かを判定する。ここで、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒からのSO<sub>x</sub>の脱離を促進する条件とは上記したように、1) 機関の高速高負荷運転(車両の高速走行)が所定時間以上継続していること、2) 硫黄被毒回復操作実行中であること、3) 機関のバンク制御実行中であること、とされ、上記1) から3) のいずれか1つ以上が成立した場合には、SO<sub>x</sub>脱離促進条件が成立したと判断する。

#### 【0084】

ステップ501でSO<sub>x</sub>脱離促進条件が成立している場合にはステップ503に進み、機関に添加剤を供給し、SO<sub>x</sub>脱離促進条件が成立していない場合には、ステップ505に進み、機関への添加剤の供給を停止または減量する。ステップ503及びステップ505は、それぞれ図3ステップ303、305と同一の操作である。

図5の操作を実行することにより、硫黄固化化剤の消費量を低減するとともに、パティキュレートやデポジットの生成、ノックの発生などを抑制することができる。

#### 【0085】

次に、図6を用いて本実施形態の変形例について説明する。

図6は、本実施形態の変形例を実施するための装置構成を示す図1と同様な図である。図において、図1と同じ参照符号は図1と同様な要素を示している。

図6の構成は、図1の構成に対して、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒20の下流側の排気通路に排気温度センサ33が配置されている点のみが相異している。

#### 【0086】

図6の実施形態では、機関の運転状態から間接的に推定するのではなく、排気温度センサ33で検出した排気温度に基づいて、直接的にNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒20からのSO<sub>x</sub>の脱離促進条件が成立しているか否かを判断する。すなわち、ECU30は排気温度センサ33により検出したNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒20通過後の排気温度が所定値以上である場合には、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒20からのSO<sub>x</sub>の脱離が促進される条件になっていると判断する。

## 【0087】

このように、触媒20下流側の排気温度センサ33で検出した排気温度に基づいて直接的に $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20の雰囲気条件を判断することにより、より正確な添加剤供給制御を行うことが可能となる。

## 【0088】

## (3) 第3の実施形態

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。前述の第1と第2の実施形態では、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒が $\text{SO}_x$ を吸蔵しにくい雰囲気条件になっているときに硫黄固形化剤の供給を停止または減量することにより、硫黄固形化剤の消費量の低減とパティキュレート生成などを抑制していた。

これに対して、本実施形態では $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の本来の機能である $\text{NO}_x$ の浄化効率が低下しない範囲では $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{SO}_x$ 吸蔵をある程度許容する点が相違している。

## 【0089】

$\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力は、触媒温度や触媒内の $\text{NO}_x$ 吸蔵量、触媒劣化（硫黄被毒を含む）などの種々の要因により変化する。いま、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力が十分に大きい場合には、多少の $\text{SO}_x$ を吸蔵しても $\text{NO}_x$ 吸蔵能力に余裕があるため $\text{NO}_x$ の浄化効率はあまり低下しない。

ところが、もともと $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力が低下して余裕がない状態で $\text{SO}_x$ が吸蔵されると、相対的に $\text{NO}_x$ の浄化効率の低下が大きくなってしまう。

## 【0090】

そこで、本実施形態では $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力が十分に大きい場合には機関への硫黄固形化剤の供給を減量もしくは停止し、 $\text{NO}_x$ 吸蔵能力が低下してある値以下になった場合には機関への硫黄固形化剤の供給を増量若しくは開始するようにしている。

これにより、本実施形態では硫黄固形化剤の消費量を低減するとともに、パティキュレートの生成等を抑制することが可能となっている。

## 【0091】

図7は、本実施形態の排気浄化方法を実施するための装置の構成例を示す図1と同様な図である。図7において図1と同じ参照符号は図1と同様な要素を示している。

図7の実施形態は、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20の下流側の排気通路に排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を検出する $\text{NO}_x$ 濃度センサ35が配置されている点のみが図1の構成と相異している。

#### 【0092】

リーン空燃比運転中、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20は排気中の $\text{NO}_x$ を吸蔵する。これにより、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20の $\text{NO}_x$ 吸蔵量は徐々に増大し、それに応じて $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力は低下する。 $\text{NO}_x$ 吸蔵能力が低下すると触媒の $\text{NO}_x$ 浄化効率も低下するため、触媒に流入する排気中の $\text{NO}_x$ のうち触媒に吸蔵されずに下流側に通過する $\text{NO}_x$ の割合が増大する。すなわち、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の吸蔵能力が低下すると触媒下流側の排気中の $\text{NO}_x$ 濃度は増大するようになる。

#### 【0093】

本実施形態では、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20下流側に配置した $\text{NO}_x$ 濃度センサ35で検出した排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力を表す指標として用いて、 $\text{NO}_x$ 濃度センサ35で検出した $\text{NO}_x$ 濃度が予め定めた値以上になったときに $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力が所定値以下に低下したと判断し、機関への硫黄固形化剤の供給を増量または開始することにより大幅な $\text{NO}_x$ 浄化効率の低下を防止する。

これにより、本実施形態では硫黄固形化剤の消費量を低減するとともに、パテイクュレート生成等を抑制することが可能となる。

#### 【0094】

図8は本実施形態の添加剤供給量制御操作を説明するフローチャートである。本操作はECU30により一定時間間隔で実行される。

図8の操作において、ステップ801では $\text{NO}_x$ 濃度センサ35で検出した $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20の下流側排気中の $\text{NO}_x$ 濃度NRが読み込まれる。そして、ステップ803では読み込んだ $\text{NO}_x$ 濃度NRが所定の基準値 $\text{NR}_0$ 以上であ

るか否かが判定される。本実施形態では、基準値 $NR_0$ は、触媒20下流側での許容 $NO_X$ 濃度より小さい適宜な値に設定されている。

#### 【0095】

ステップ803で $NR < NR_0$ であった場合には、触媒20下流側への $NO_X$ の通過量は少なく、 $NO_X$ 吸蔵還元触媒20の $NO_X$ 吸蔵能力には余裕があると考えられるため、ステップ805に進み、添加剤の供給を停止するか、或いは少量の添加剤を機関1に供給する。

#### 【0096】

一方、ステップ803で $NR \geq NR_0$ であった場合には、 $NO_X$ 吸蔵還元触媒20の $NO_X$ 吸蔵能力が低下して余裕が少なくなっていると判断できる。そこでこの場合には、ステップ807で添加剤の供給をステップ805の供給量より大きな量まで増量または、ステップ805で供給を停止していた場合には供給を開始する。

これにより、 $NO_X$ 吸蔵能力が低下した $NO_X$ 吸蔵還元触媒20に排気中の $SO_x$ が吸蔵されて $NO_X$ 吸蔵能力が大幅に低下することが防止される。

#### 【0097】

図9は、第3の実施形態の変形例を実施するための装置の概略構成を示す図である。

図9の装置は、図7の装置に対して $NO_X$ 吸蔵還元触媒20の下流側のみならず上流側にも $NO_X$ 濃度センサ36を配置している点のみが相異している。

図7、図8の実施形態では $NO_X$ 吸蔵還元触媒20の下流側の排気の $NO_X$ 濃度のみに基づいて $NO_X$ 吸蔵還元触媒20の $NO_X$ 吸蔵能力を判断している。

#### 【0098】

$NO_X$ 吸蔵還元触媒20の $NO_X$ 吸蔵能力は、流入する排気中の $NO_X$ のうち触媒20に吸蔵される $NO_X$ の量（または割合）として表される。 $NO_X$ 吸蔵能力が低下すると、触媒20に吸蔵されずに下流側に流出する $NO_X$ 量が増大し下流側排気の $NO_X$ 濃度が増大する。このため、前述の実施形態では触媒20下流側の排気 $NO_X$ 濃度を触媒20の $NO_X$ 吸蔵能力の指標として使用していた。しかし、実際には $NO_X$ 吸蔵還元触媒20下流側の排気中の $NO_X$ 濃度は触媒20

の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力のみにより変化するわけではなく、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒 20 に流入する排気中の $\text{NO}_x$ 濃度によっても変化する。

#### 【0099】

このため、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒 20 の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力を正確に判定するためには $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒 20 の下流側での排気 $\text{NO}_x$ 濃度だけでなく、上流側での排気 $\text{NO}_x$ 濃度をも考慮することが好ましい。

そこで、本実施形態では $\text{NO}_x$ 濃度センサ 35 で検出した $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒 20 の下流側 $\text{NO}_x$ 濃度 $\text{DNR}$ と、 $\text{NO}_x$ 濃度センサ 36 で検出した $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒 20 の上流側 $\text{NO}_x$ 濃度 $\text{UNR}$ とを用いて $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒 20 の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力の指標となる数値を算出する。

#### 【0100】

前述のように $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力は流入する排気中の $\text{NO}_x$ のうちどれだけの量の $\text{NO}_x$ を触媒 20 が吸蔵したかにより表される。 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒 20 に吸蔵される $\text{NO}_x$ 量は、例えば触媒上流側 $\text{NO}_x$ 濃度 $\text{UNR}$ と下流側 $\text{NO}_x$ 濃度 $\text{DNR}$ との差に比例する。従って、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒 20 の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力の指標として $\Delta \text{NR} = \text{UNR} - \text{DNR}$ を用いることができる。

#### 【0101】

また、同様に、 $\text{NO}_x$ 吸蔵能力は流入する排気中の $\text{NO}_x$ のうち触媒 20 に吸蔵される $\text{NO}_x$ 量の割合として定義することもできる。従って、触媒下流側 $\text{NO}_x$ 濃度 $\text{DNR}$ と上流側 $\text{NO}_x$ 濃度と $\text{UNR}$ との比 $\text{RNR} = \text{DNR} / \text{UNR}$ を $\text{NO}_x$ 吸蔵能力の指標として用いても良い。

#### 【0102】

図 10 は、 $\Delta \text{NR}$ を $\text{NO}_x$ 吸蔵能力の指標として用いた場合の添加剤供給制御操作を示すフローチャートである。本操作は、ECU 30 により一定時間間隔で実行される。

図 10 の操作では、ステップ 1001 で下流側 $\text{NO}_x$ 濃度センサ 35 出力 $\text{DNR}$ とともに上流側 $\text{NO}_x$ 濃度センサ 36 出力 $\text{UNR}$ が読み込まれ、ステップ 1003 では、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒 20 の $\text{NO}_x$ 吸蔵能力の指標として $\text{UNR}$ と $\text{DNR}$ との差 $\Delta \text{NR}$ が算出される。

## 【0103】

そして、ステップ1005では、 $\Delta NR$ が所定の基準値 $\Delta NR_0$ 以下になったか否かを判定する。 $\Delta NR$ が基準値 $\Delta NR_0$ より大きい場合には、 $NO_X$ 吸蔵還元触媒20の $NO_X$ 吸蔵能力はまだ十分に大きいと考えられるためステップ1007に進み、添加剤の供給を停止するか、或いは少量の添加剤を機関1に供給する。

## 【0104】

一方、ステップ1009で $NR \leq \Delta NR_0$ であった場合には、 $NO_X$ 吸蔵還元触媒20の $NO_X$ 吸蔵能力が低下して余裕が少なくなっていると判断できる。そこで、この場合には、ステップ1009で添加剤の供給を増量または、供給を開始する。

これにより、 $NO_X$ 吸蔵還元触媒の $NO_X$ 吸蔵能力が更に大幅に低下することが防止される。

## 【0105】

## (4) 第4の実施形態

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。

本実施形態では、図1の装置構成を用いて機関の排気弁などへのデポジット堆積防止の観点から機関への硫黄固形化剤の供給を制御する。

## 【0106】

前述したように、硫黄固形化剤は、燃焼時に燃料中の硫黄分と反応して金属硫酸塩を生成する。この硫酸塩は通常の排気温度では固体粒子となる。このため、条件によっては硫酸塩が点火プラグや吸気弁、排気弁などに堆積してデポジットを形成する場合がある。吸気弁、排気弁にデポジットが堆積すると、閉弁不良などの弁の作動不良を生じる場合があるため、デポジットの生成はできるだけ抑制する必要がある。デポジットの生成量は、機関の燃焼温度や排気温度などによって変化し、機関運転条件により変動する。

## 【0107】

そこで、本実施形態では機関がデポジットの生成が促進される運転状態で運転されている場合には、機関への硫黄固形化剤の供給を減量または停止することに



より、デポジットの堆積を防止している。また、一定条件下で硫黄固形化剤の機関への供給を減量または停止することにより、硫黄固形化剤の消費量が低減されパティキュレート生成量の増大が防止される。

#### 【0108】

硫黄固形化剤と燃料中の硫黄との反応により生成された硫酸塩は、燃焼時には高温のためガス化している。しかし、ガス化した硫酸塩は燃焼ガス（排気）温度が低下すると排気中に固体として析出して固体粒子を形成する。

このため、例えば燃焼室内、或いは排気弁通過時に排気温度が低い場合には硫酸塩が排気弁等に固体粒子として析出、付着してデポジットを形成するようになる。従って、機関の燃焼温度や機関温度が低い場合にはデポジットの生成が促進されるようになる。

#### 【0109】

そこで、本実施形態では機関がデポジット生成を促進する運転条件で運転されている場合、すなわち、機関温度や燃焼ガス温度が低くなる運転状態では機関への硫黄固形化剤の供給を減量または停止することにより、デポジットの生成を抑制している。

#### 【0110】

図11は、本実施形態の添加剤供給制御操作を説明するフローチャートである。本操作は、ECU30により一定時間間隔で実行される。

図11の操作では、ステップ1101でまず機関運転状態を表すデータが読み混まれる。ここでいう、機関運転状態を表すデータとは、例えば潤滑油温度、冷却水温度、負荷状態（機関回転数、アクセル開度）等、機関温度や燃焼ガス（排気ガス）温度に関連するデータである。これらのデータは、それぞれ図示しない対応するセンサーから読み込まれる。

#### 【0111】

次いでステップ1103ではステップ1101で読み込んだデータに基づいて、現在機関がデポジット生成を促進する条件で運転されているか否かを判定する。前述したように、デポジット生成を促進する機関運転条件とは、機関温度、燃焼温度等が低い運転状態であり、例えば、外気温度が低い場合や冷間運転時、コ

ールドスタート直後の運転時、アイドル運転時、低速軽負荷運転が継続する場合などが該当する。

#### 【0112】

ステップ1103で現在機関がデポジット生成を促進する条件で運転されている場合には、ステップ1105に進み、機関1への添加剤の供給を停止するか、或いは少量の添加剤を供給する。これにより、デポジットの生成が抑制される。

#### 【0113】

ステップ1103で現在機関がデポジット生成を促進する条件で運転されていない場合には、ステップ1107に進み、機関1への添加剤の供給量をステップ1105の場合に較べて増量するか、或いはステップ1105で供給が停止されていた場合には供給を開始する。これにより、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20に $\text{SO}_x$ が吸蔵されることが防止される。

#### 【0114】

##### (5) 第5の実施形態

次に、本発明の第5の実施形態について説明する。

本実施形態では、図1の装置構成を用いて機関のノック発生を抑止するように硫黄固化剤の供給を制御する。

#### 【0115】

機関のノックは気筒内のエンドガスの自己着火により生じる気柱振動によって発生するが、ノックにより振動や騒音が発生する他、過度のノックが発生すると極端な場合には点火プラグやバルブ、ピストンなどが損傷する場合もある。

ノックは、点火時期を進角したり圧縮比を高めた機関では発生しやすく、圧縮圧力が高くなる全負荷付近で特に発生しやすくなる。

#### 【0116】

硫黄固化剤を燃料に添加する場合、少量であればそれほどノックに対する影響はないものの、多量に添加するとノックが生じやすくなる傾向が見られる。この原因は現在のところ明らかでないが、大量に硫黄固化剤を燃料に添加したことにより、燃料中の高オクタン価成分（例えばイソオクタンなど）の濃度が混入した硫黄固化剤の分だけ相対的に低下し、燃料のオクタン価が低下するため

はないかと考えられる。

#### 【0117】

本実施形態では、機関が現在、硫黄固形化剤を供給することによりノック発生が促進される運転領域で運転されているか否かを判断し、ノック発生が促進される領域で運転されている場合には、硫黄固形化剤の機関への供給を減量もしくは停止するようにしている。

これにより、本実施形態ではノックの発生を抑制するとともに、硫黄固形化剤の消費量を低減し、パティキュレートの生成量増大を抑制することができる。

#### 【0118】

図12は、本実施形態の添加剤供給制御操作を説明するフローチャートである。本操作は、ECU30により一定時間間隔で実行される。

図12の操作では、ステップ1201でまず機関運転状態を表すデータが読み混まれる。ここでいう、機関運転状態を表すデータとは、例えば機関回転数、アクセル開度（運転者のアクセルペダル踏み込み量）、点火時期など機関負荷に関連するデータである。これらのデータは、それぞれ図示しない対応するセンサーから読み込まれる。

#### 【0119】

次いでステップ1203ではステップ1201で読み込んだデータに基づいて、現在機関がノックの発生しやすい条件、すなわち筒内圧縮圧力が増加して点火時期が進角された状態で運転されているか否かを判定する。

ステップ1203で現在機関がノックの発生しやすい条件で運転されている場合には、機関に硫黄固形化剤を供給するとノックの発生が促進されるおそれがあるためステップ1205に進み、機関1への添加剤の供給を停止するか、或いは添加剤の供給量を少量にする。これにより、ノックの発生が抑制される。

#### 【0120】

ステップ1203で現在機関が硫黄固形化剤供給によりノックの発生が促進される条件で運転されていない場合には、ステップ1207に進み、機関1への添加剤の供給量をステップ1205の場合に較べて増量するか、或いはステップ1205で供給が停止されていた場合には供給を開始する。これにより、NO<sub>x</sub>吸

蔵還元触媒 20 に  $\text{SO}_x$  が吸蔵されることが防止されるようになる。

#### 【0121】

図 13 は、第 5 の実施形態の変形例を示す装置概略構成図である。

図 13 において、図 1 と同じ参照符号は図 1 と同様な要素を表している。

図 13 の装置は、図 1 の装置に対して、機関 1 のシリンダブロックにロックセンサ 37 が設けられている点のみが相異している。

ロックセンサ 37 は、機関のロックに特有な特定の周波数の帯域の振動を検出する公知の形式のセンサである。

#### 【0122】

前述の実施形態では、ECU 30 は機関運転状態に基づいて現在の機関運転状態が硫黄固形化剤の供給によりロック発生が促進される状態か否かを判定し、促進される運転状態では硫黄固形化剤の機関への供給を減量もしくは停止していた。しかし、ロックの発生の有無は種々の条件に影響され、機関運転状態から予測したのでは、必ずしも正確にロック発生の有無を判定することはできない。

#### 【0123】

そこで、本実施形態では、例えば図 12 のステップ 1203 の操作に代えて、現在ロックが発生しているか否かをロックセンサ 37 を用いて直接検出し、ロックが発生していない場合にバス 1207 の操作で添加剤の機関への供給を行い、現在実際にロックが発生している場合にはステップ 1205 の操作を実行し、直ちに機関に供給する添加剤を減量または停止するようにしている。

#### 【0124】

これにより、より確実に機関のロックが抑制されるようになる。

なお、上述の各実施形態では添加剤ポンプ 53 によりコモンレール 41 内に硫黄固形化剤を含む添加剤を所要量注入して、コモンレール内の燃料と混合させた状態で燃料噴射弁 40 から燃烧室に硫黄固形化剤を噴射しているが、本発明の方法はこれに限定されるわけではなく、例えば各気筒に燃料噴射弁 40 に加えて燃烧室に添加剤を噴射する専用の噴射弁を設けポンプ 53 で加圧した添加剤を直接燃烧室に噴射するようにしても良い。

#### 【0125】

**【発明の効果】**

各請求項に記載の発明によれば、硫黄固形化剤を機関に供給して $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の硫黄被毒を抑制する場合に、硫黄固形化剤の消費量を低減するとともに、パティキュレートの増大などを抑制することが可能となるという共通の効果を奏する。

**【図面の簡単な説明】****【図 1】**

本発明の排気浄化方法を自動車用機関に適用するための装置の概略構成を示す図である。

**【図 2】**

図 1 の機関の負荷条件と運転空燃比との関係を示す図である。

**【図 3】**

本発明の排気浄化方法における添加剤供給制御操作の第 1 の実施形態を説明するフローチャートである。

**【図 4】**

第 1 の実施形態の変形例の装置概略構成を示す図である。

**【図 5】**

本発明の排気浄化方法における添加剤供給制御操作の第 2 の実施形態を説明するフローチャートである。

**【図 6】**

第 2 の実施形態の変形例の装置概略構成を示す図である。

**【図 7】**

本発明の排気浄化方法における添加剤供給制御の第 3 の実施形態を実施するための装置概略構成を示す図である。

**【図 8】**

本発明の排気浄化方法における添加剤供給制御操作の第 3 の実施形態を説明するフローチャートである。

**【図 9】**

第 3 の実施形態の変形例の装置概略構成を示す図である。

**【図 10】**

第3の実施形態の変形例における添加剤供給制御操作を説明するフローチャートである。

**【図 11】**

本発明の排気浄化方法における添加剤供給制御操作の第4の実施形態を説明するフローチャートである。

**【図 12】**

本発明の排気浄化方法における添加剤供給制御操作の第5の実施形態を説明するフローチャートである。

**【図 13】**

第5の実施形態の変形例の装置概略構成を示す図である。

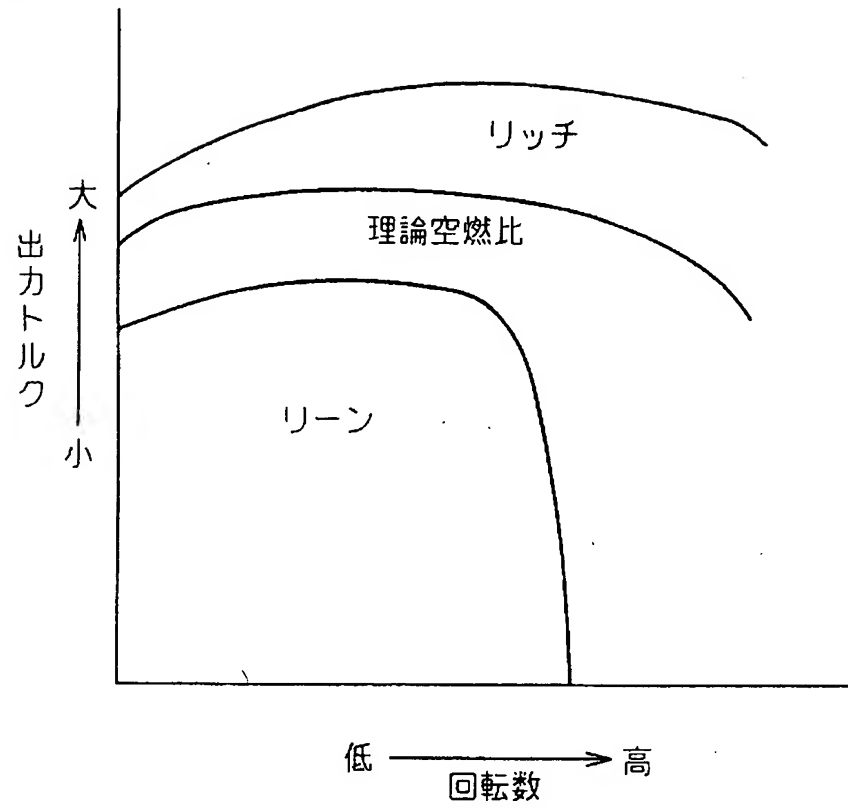
**【符号の説明】**

- 1…内燃機関本体
- 20…NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒
- 30…電子制御ユニット（ECU）
- 40…燃料噴射弁
- 43…燃料ポンプ
- 45…燃料タンク
- 51…添加剤タンク
- 53…添加剤ポンプ



【図 2】

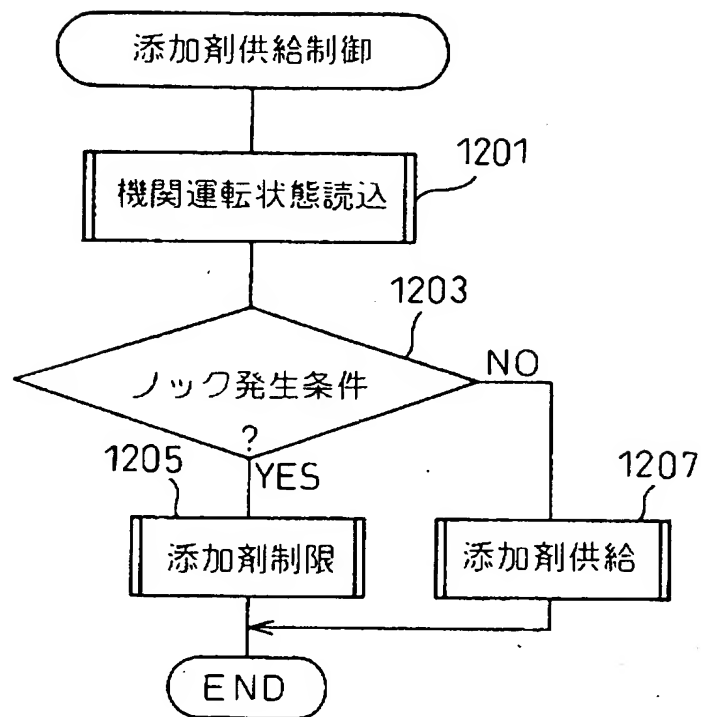
図 2





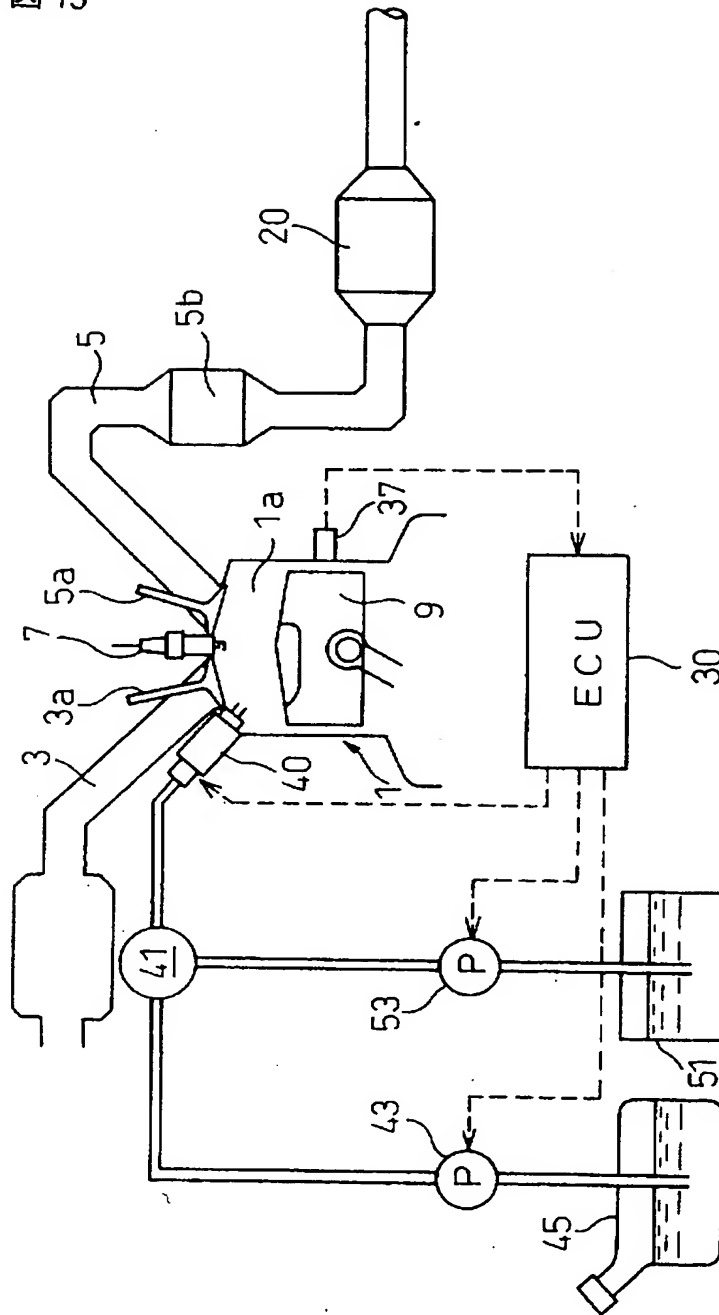
【図 12】

図 12



【図 13】

図 13



- |                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| 1...内燃機関                    | 43...燃料ポンプ  |
| 20...NO <sub>x</sub> 吸蔵還元触媒 | 45...燃料タンク  |
| 30...電子制御ユニット               | 51...添加剤タンク |
| 37...ソックセンサ                 | 53...添加剤ポンプ |
| 40...燃料噴射弁                  |             |

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 機関に硫黄固形化剤を供給して $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の硫黄被毒を抑制する際に、硫黄固形化剤の消費量を低減する。

【解決手段】 機関1の排気通路5に $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒20を設けリーン空燃比排気中の $\text{NO}_x$ を吸蔵させる。機関1には燃烧室1aに直接燃料を噴射する噴射弁40が設けられ、燃料ポンプ43からコモンレール41に圧送される燃料を噴射する。燃烧により燃料中の硫黄と反応して固体の硫酸塩を形成する硫黄固形化剤を含む添加剤は、タンク51からポンプ53によりコモンレールに注入され、燃料とともに噴射弁から燃烧室に供給される。ECU30は、 $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の雰囲気条件が排気中の $\text{SO}_x$ を吸収しにくい条件になっている場合には、ポンプ53の吐出量を調整し、添加剤のコモンレールへの注入量を減量、または注入を停止する。これにより、硫黄固形化剤の消費量が低減される。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 2 4 5 6 6 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

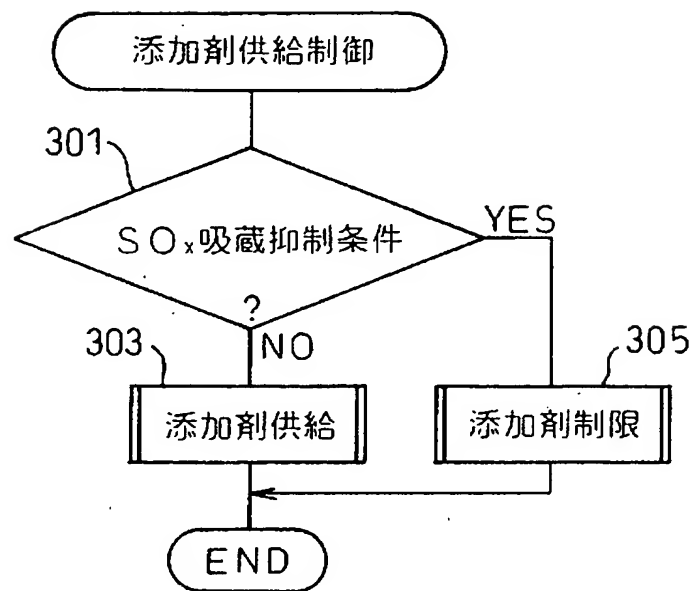
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社

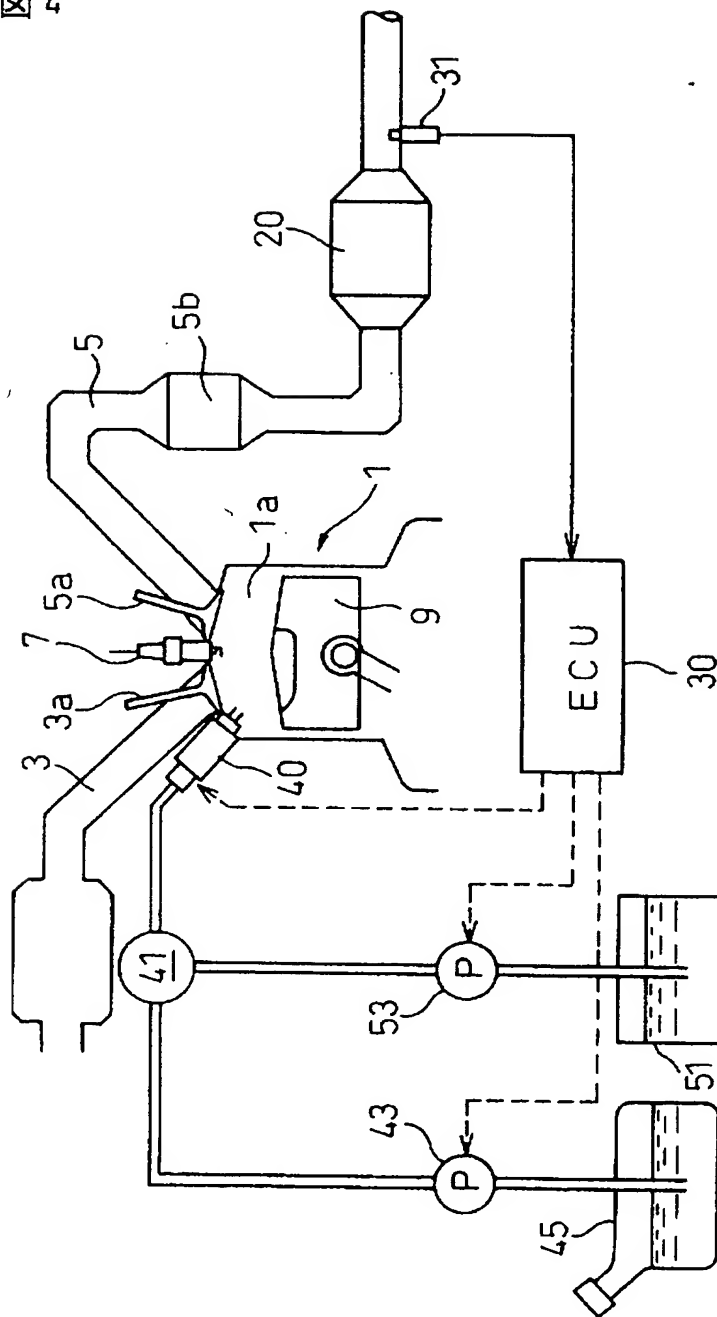
【図 3】

図 3



【図 4】

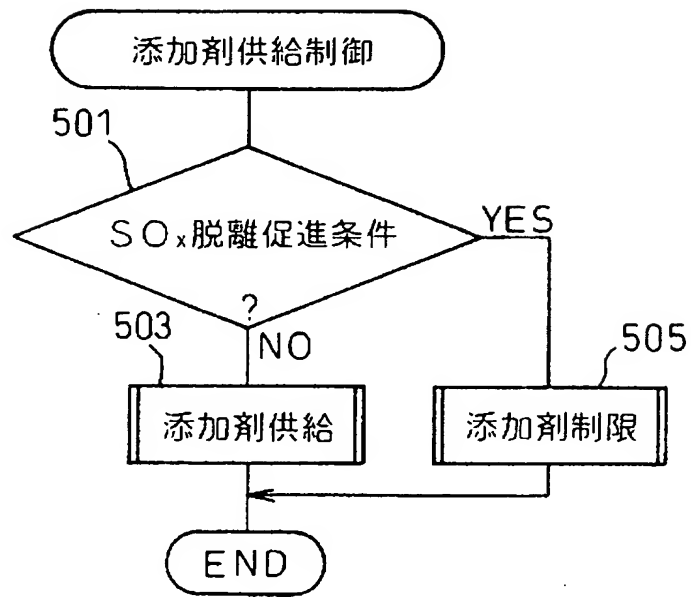
図 4



- 1...内燃機関
- 20...NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒
- 30...電子制御ユニット
- 31...空燃比センサ
- 40...燃料噴射弁
- 43...燃料ポンプ
- 45...燃料タンク
- 51...添加剤タンク
- 53...添加剤ポンプ

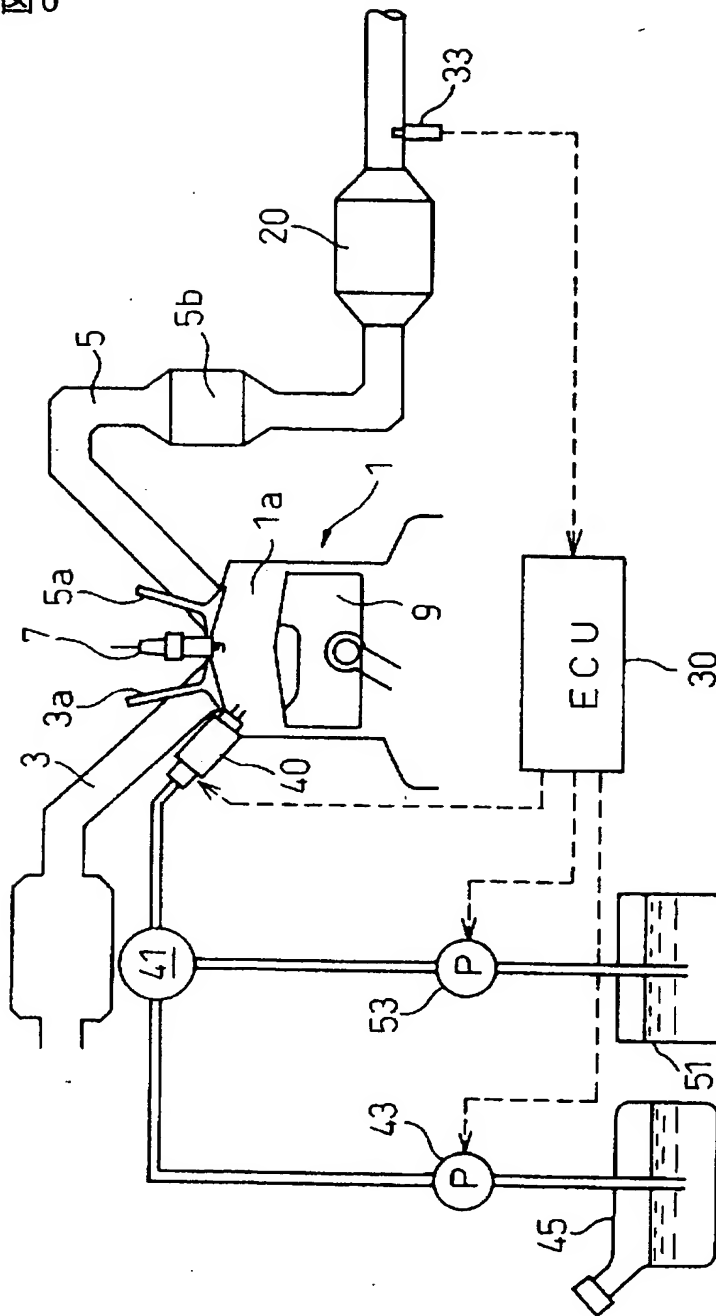
【図 5】

図 5



【図6】

図6



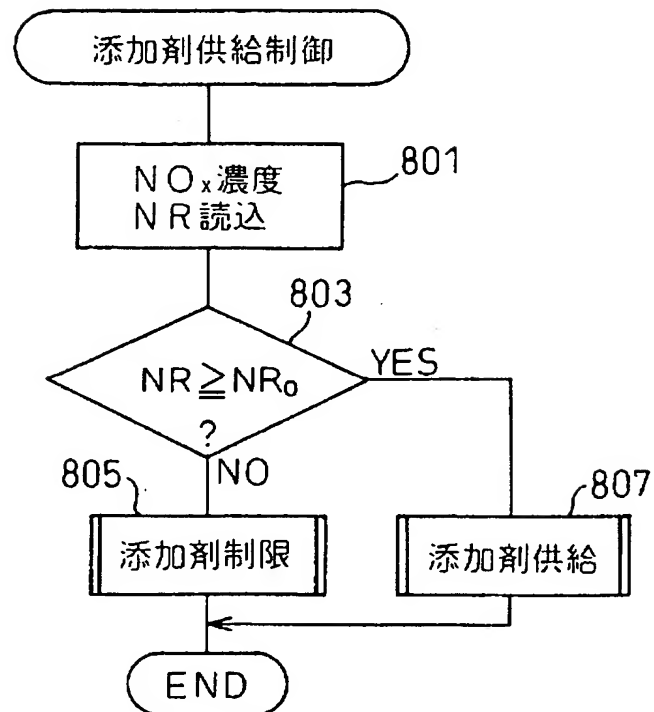
- |                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| 1...内燃機関                    | 43...燃料ポンプ  |
| 20...NO <sub>x</sub> 吸蔵還元触媒 | 45...燃料タンク  |
| 30...電子制御ユニット               | 51...添加剤タンク |
| 33...排気温度センサー               | 53...添加剤ポンプ |
| 40...燃料噴射弁                  |             |





【図 8】

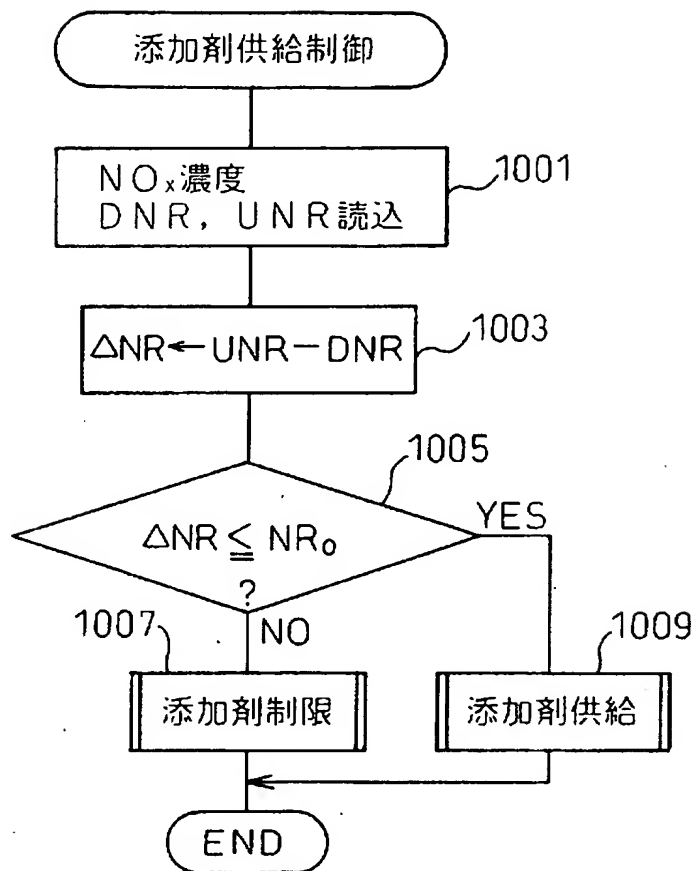
図 8





【図 10】

図10



【図 11】

図 11

